ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1949-1950 N° 41

Le Contrôle Rationnel des Viandes Congelées

Importance du pH

THÈSE

pour le Doctorat Vétérinaire

(Diplôme d'Etat)

Présentée et soutenue publiquement en Juillet 1950
devant la
Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

PAR

ROGER VANHEES

Né le 14 Février 1924, à Divion (Pas-de-Calais)

Président : M. SENDRAIL, *professeur à la Faculté de Médecine*
Assesseurs : M. LOMBARD, *professeur à l'Ecole Vétérinaire*
» M. LASSERRE, *professeur à l'Ecole Vétérinaire*

IMPRIMERIE PARISIENNE
16, Place du Palais
TOULOUSE

1950

Le Contrôle Rationnel
des Viandes Congelées

Importance du pH

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

PERSONNEL ENSEIGNANT

MM.

Directeur honoraire ..... MARTIN.

Professeur honoraire. . . .. LECLAINCHE.

Directeur. . ..... PONS.

PROFESSEURS

Chimie et Pharmacie..... GODFRAIN.
Anatomie. . . .. FLORENTIN.
Physiologie. . . .. BRUNAUD.
Anatomie Pathologique, Inspection des viandes.... LOMBARD.
Parasitologie. . . .. BRIZARD.
Médecine. . . .. DARRASPEN.
Chirurgie. . . .. LASSERRE.
Pathologie du Bétail..... BERTHELON.
Maladies Microbiennes. . . .. SAURAT.
Zootechnie. . . .. PONS.

AGRÉGÉS

Anatomie. . . .. BENOIT.
Médecine. . . .. FLORIO.
Chirurgie. . . .. PUGET.
Zootechnie. . . .. LADRAT.

CHEFS DE TRAVAUX

Pathologie du Bétail..... TOURNUT.
Maladies Microbiennes..... LAUTIÉ.

ASSISTANT

Physiologie..... LABOUCHE

COURS COMPLÉMENTAIRES

Pisciculture et maladies des Poissons..... SECONDAT.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats (Délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891, et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924).

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

À MA FEMME ET A MES FILS

Qui furent une source inépuisable de réconfort et de joie pendant ces années d'étude.

A MES PARENTS ET MES BEAUX-PARENTS

Modeste témoignage de notre profonde affection et de notre reconnaissance.

A MES GRANDS-PARENTS

Affectueusement.

A MES FRERE ET SŒURS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR SENDRAIL

de la Faculté de Médecine de Toulouse,
Chevalier de la Légion d'honneur.

Qui nous a fait le très grand honneur d'accepter la présidence de cette Thèse.

À NOTRE JURY DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR LOMBARD

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Chevalier de la Légion d'honneur.

Dont la parole avertie autant qu'élégante, a su nous montrer toute l'importance du rôle joué par les vétérinaires dans l'Hygiène des Denrées Alimentaires.

MONSIEUR LE PROFESSEUR LASSERRE

de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Chevalier de la Légion d'honneur.

Dont nous n'oublierons ni les conseils ni la bienveillance.

AU VETERINAIRE-LIEUTENANT-COLONEL SOULIE

AU PHARMACIEN-COMMANDANT DURAND

AU VETERINAIRE-CAPITAINE MERCIER

AU VETERINAIRE-CAPITAINE THEILLEUX

Qui facilitèrent beaucoup notre tâche.

A TOUS NOS MAITRES

MEIS ET AMICIS

INTRODUCTION

> ... Les jurés-bouchers seront tenus de bien et dûment visiter les bêtes et surtout de ne permettre qu'aucunes, mortes ou malades, ne soient vendues et débitées au peuple, pareillement les chairs trop gardées, indignes d'entrer au corps humain...
>
> (Arrêt du Parlement du 28 mars 1589.)

La recherche du pH en Hygiène des Viandes n'est pas un procédé nouveau. Dans notre thèse, nous avons seulement cherché à montrer son utilité pour l'inspection des viandes de bœuf désossées, parées, mises en caisse et ultra-congelées.

Nous avons conçu le plan de ce travail de la façon suivante :

Après un bref historique, et quelques définitions, nous consacrerons la première partie à la technique nouvelle des viandes désossées, parées, ultra-congelées et à un mode particulier d'emballage.

Dans la seconde partie, nous passerons en revue les diverses altérations susceptibles d'atteindre les viandes congelées.

La troisième partie sera relative à l'étude de quelques réactions simples, pouvant être employées en vue de l'inspection des viandes congelées.

Nous nous étendrons plus spécialement sur la mesure du pH et sur la bactérioscopie.

Enfin, dans une quatrième et dernière partie, nous exposerons la méthode colorimétrique que nous avons employée, en la faisant suivre de nos observations.

Nous terminerons, selon la coutume, par des conclusions générales.

DEFINITIONS

L'acidité ou concentration en ions H s'exprime par le symbole pH qui, par définition, est le logarithme de l'inverse de la concentration en ions hydrogène. Rappelons que les solutions acides ont un pH variant de 0 à 7; les solutions basiques, un pH variant de 7 à 14, et les solutions neutres, un pH égal ou voisin de 7. Les solutions les plus acides ont le pH très voisin de 0, les solutions les plus alcalines ont un pH qui se rapproche de 14.

Le pH peut être mesuré par deux méthodes différentes :

— La méthode électrométrique, et

— La méthode des indicateurs colorés ou colorimétrique.

Cette dernière méthode, plus simple, est celle que nous avons employée.

L'examen bactérioscopique est l'examen pratiqué à l'aide d'un microscope, d'une culture microbienne ou d'un produit pathologique. Tout microbe peut être examiné, soit à l'état frais, sans aucun artifice de préparation, dans une goutte de liquide (bouillon de culture au eau physiologique) entre lame et lamelle, soit à l'état sec, fixé sur lame et coloré.

Les viandes congelées se distinguent des viandes réfrigérées par le degré de refroidissement auquel elles ont été soumises. Les viandes réfrigérées le sont de 0° à 3° centigrades, tandis que les viandes, pour être congelées, sont maintenues dans une atmosphère froide baucoup plus intense (— 15° à — 20°) et sont transformées en un bloc rigide et glacé (congélation à « cœur), en vue d'une conservation prolongée et de transports à distance.

HISTORIQUE

Il est à penser qu'aux époques les plus reculées, dès que l'homme a pu avoir de la chair à sa disposition, l'idée de nocivité et de salubrité de la denrée s'est posée pour lui.

Avec l'accroissement de la population humaine, et l'augmentation de la consommation des viandes, est apparu plus nettement le besoin de connaître celles qui ne devaient pas entrer dans l'alimentation de l'homme. Et aux époques égyptienne, assyrienne, grecque, romaine, les motifs d'insalubrité, basés ou non sur des principes d'hygiène, sont mentionnés dans les codes religieux. Transmis par la routine, les rudiments plus ou moins rationnels d'hygiène des viandes appliqués généralement par des bouchers visiteurs, franchissent les siècles de notre ère jusqu'à la fondation des Ecoles Vétérinaires. On discute alors, sans s'entendre sur la qualité des viandes tuberculeuses, des viandes charbonneuses, des viandes ladres, des viandes malades, gâtées, corrompues.

Il est à noter qu'en 1842, le Conseil de salubrité de la Seine, invité à définir les motifs de saisie donne la formule suivante qui, en fait, règlera pendant longtemps la façon de faire des hygiénistes de l'alimentation : « Toute viande d'aspect anormal doit être retirée de la consommation. » On conçoit les abus de saisie auxquels cette conduite simpliste a pu conduire !

L'époque pastorienne apporte une meilleure connaissance des maladies infectieuses et contagieuses ; le rôle des microbes et des toxines est mis en évidence. Et, dès lors, pendant les dernières années du XIX^{e} siècle, dans les Congrès Vétérinaires, les Sociétés Vétérinaires, les Conseils d'hygiène... sont présentés toute une série de travaux, de rapports ayant trait aux motifs de saisie des viandes et à leur classification.

Actuellement, l'hygiène des denrées alimentaires, en plus des examens organoleptiques et anatomiques, soumet les viandes suspectes à des examens bio-physico-chimiques, ce qui permet de libérer pour la consommation des viandes qui sont habituellement saisies à la suite d'un simple examen macroscopique.

PREMIERE PARTIE

Un nouveau type de viande frigorifiée : la viande désossée, parée et ultra-congelée

Au cours de la dernière guerre, la nécessité d'économiser le frêt a conduit les Frigorifiques Nord-Américains et Canadiens à adopter une nouvelle méthode pour la préparation et le transport des viandes destinées à assurer le ravitaillement des troupes alliées dispersées sur tous les continents.

Ce procédé repose sur la technique du « quick freezing » ou de congélation rapide à la température de — 17°,8 c. Appliquée déjà depuis 1930, avec un immense succès en Amérique, pour la conservation des denrées en paquets, c'est-à-dire sous petites épaisseurs, elle a été étendue pendant la guerre aux denrées de gros volumes, aux quartiers de bœuf préalablement réfrigérés, puis désossés en trois fractions : morceaux à rôtir, à bouillir et viandes en petites parcelles détachées des os.

En France, la méthode a donné d'excellents résultats. On procède de la manière suivante : la viande, provenant d'animaux dont l'état sanitaire et la qualité sont contrôlés sur pied et après abatage par le Vétérinaire sanitaire de l'établissement congélateur, est réfrigérée. Puis, il est

procédé au désossage, au parage et au découpage des carcasses dans les conditions d'hygiène et de propreté minutieuses. Les morceaux désossés sont classés en trois catégories suivant leur possibilité d'emploi culinaire : viande à rôtir ou à griller, viande à bouillir ou à braiser, viande hachée.

En vue de diminuer l'importance de l'exsudation du suc musculaire à la décongélation, le nombre des morceaux de viande est réduit le plus possible. Dans le même but, les aponévroses de recouvrement des masses musculaires sont conservées intactes. Par contre, les ligaments et les tendons sont enlevés des morceaux pour être utilisés dans la viande hachée.

La viande ainsi préparée est mise dans des caisses parallélipipédiques en bois non résineux (peuplier ou hêtre) ayant les dimensions intérieures suivantes :

58 centimètres, 34 centimètres, 17 centimètres, ou dans des caisses « cloches » en carton. L'intérieur de chaque caisse est revêtu avant remplissage de feuilles de papier sulfurisé ou de pellicule cellulosique, qui sont ensuite rabattues sur l'ensemble du contenu.

Chaque morceau de viande (viande à rôtir et viande à bouillir) est enveloppé séparément et entièrement dans du papier sulfurisé ou de préférence dans la pellicule cellulosique imperméable.

Le hachis livré en vrac est conditionné par paquets de 5 kg., enveloppés chacun de papier sulfurisé ou de cellophane.

Les caisses sont ensuite clouées et, sur le couvercle, les indications suivantes sont inscrites à la peinture indélébile :

— Raison sociale de l'établissement congélateur;

— Catégorie de viande contenue (à rôtir, à bouillir...) ;
— Poids net : 25 kilos;
— Millésime du mois et de l'année de congélation;
— Marque de contrôle du Vétérinaire sanitaire.

En outre, pour permettre une identification rapide des caisses, une bande d'environ 6 centimètres de largeur est tracée à la peinture verticalement au milieu de chaque paroi latérale et sur toute la hauteur.

— En rouge : pour la viande à rôtir ou à griller;
— En bleu : pour la viande à bouillir ou à braiser;
— En vert : pour les saucisses;
— En jaune : pour le hachis en vrac.

Les caisses sont ensuite déposées dans un tunnel de congélation, où la vitesse de l'air à — 35° C est de 3 m/s. Le débit minimum du ventilateur de l'un d'eux est de 6 m^3-seconde, et celui de l'autre 7 m^3-seconde. Les caisses y sont laissées 20 à 24 heures. La congélation n'est estimée suffisante que lorsque la température à l'intérieur des morceaux de viande atteint — 6° au-dessous de zéro. Les caisses de viande sont entreposées dès la sortie du tunnel dans des chambres de stockage où la température ne dépasse pas — 12°, afin d'éviter tout risque de moisissures. Les transports des caisses de viande congelée de l'établissement congélateur à d'autres centres de stockage a lieu généralement en wagons ou en camions isothermes.

Le principe de la continuité de la chaîne frigorifique exige que le séjour des caisses en dehors des chambres froides (— 12° au moins) ou des moyens de transports isothermes, qui entraîne sur la viande des condensations extrêmement dangereuses, soit réduit au strict minimum,

L'examen histologique de cette viande ainsi congelée montre la présence de tous petits cristaux respectant la structure des fibres musculaires, sans rupture de leurs membranes. La décongélation ne donne issue à aucune exsudation, si importante au contraire dans les cas de congélation lente. Il s'agit donc bien, tout au moins suivant la conception courante, de congélation rapide avec tous ses avantages structuraux et physiques auxquels il faut ajouter une économie considérable d'espace et de temps .

Les résultats obtenus pour l'armée ont été tout à fait remarquables à tous les points de vue, et la population civile de Paris et de nos grandes villes a pu elle-même apprécier après la Libération, la qualité, la bonne conservation et la parfaite préparation de ces viandes. La prévention qu'avaient beaucoup de Français, à l'encontre des viandes congelées, s'est beaucoup atténuée depuis la première guerre mondiale pendant laquelle la consommation de « Frigo » à l'aspect peu engageant avait jeté le discrédit sur ce mode de conservation des viandes.

Actuellement en France, certains abattoirs industriels : Bressuire, Villefranche-d'Allier, La Roche-sur-Yon, Fenouillet, etc... se sont fait une spécialité des viandes désossées, congelées rapidement, pour l'approvisionnement des boucheries et, mieux encore, pour de grands restaurants ou hôtels et maisons d'alimentation de Paris ou des villes de province, ainsi que pour les corps de troupe.

Ce succès croissant est dû à ce que les viandes congelées rapidement gardent leurs propriétés chimiques, physiques et organoleptiques des viandes fraîches. Elles peuvent donc se substituer avantageusement aux viandes en quartier qui exigent dans les boucheries, ou les cuisines, hôtels

et restaurants, un nombreux personnel aujourd'hui extrêmement onéreux. Le désossage et le parage au lieu d'origine évitent le transport de poids important des sous-produits (os, graisses, tendons) qui peuvent être traités sur place en parfait état de fraîcheur. « C'est la technique d'avenir des viandes destinées à l'exportation. C'est la méthode à appliquer, pour nous, aux viandes à exporter de Madagascar, de Dakar et, qui sait, peut-être en partie du moins, de l'Afrique du Nord. C'est aussi la technique d'avenir des viandes foraines. L'avenir n'est pas, semble-t-il, au transport, ni au cheminement des animaux vivants des campagnes vers les abattoirs des grandes villes. Il est au transport des viandes foraines. Les animaux seront de plus en plus abattus sur place et leur viande parée, désossée, découpée, réfrigérée ou congelée, sera expédiée sur les centres urbains. Ainsi, en dehors des économies de transport réalisées, ne risquera-t-on plus de voir les animaux s'amaigrir au cours de leurs pénibles voyages et, qui pis est, disséminer l'infection dont ils peuvent être atteints. Tout le monde gagnera à cette façon de faire : Hygiénistes et bouchers » (Ch. Lombard). Il y a là toute une orientation nouvelle pour l'avenir de l'alimentation des grandes agglomérations et la boucherie devrait être la première à s'y intéresser.

DEUXIEME PARTIE

Altérations des viandes congelées.

CHAPITRE PREMIER

Si l'inspection des viandes réfrigérées ne diffère en rien de celle des viandes ordinaires de boucherie, il n'en est pas de même des viandes congelées, qui ont subi des modifications physiques, histo-chimiques et bio-chimiques profondes et durables !

Ainsi, par leur nature même et par leur provenance généralement exotique, les viandes congelées occupent une place à part dans le groupe des viandes foraines.

Les viandes congelées sont présumées provenir de bétail sain et de bonne qualité. Il en est, du reste, ainsi effectivement, l'inspection aux abattoirs et usines frigorifiques, dans les pays producteurs étant régulièrement et convenablement pratiquée.

L'examen de ces viandes parvenues au lieu de consommation s'adresse donc essentiellement à leur tenue, et vise surtout à la recherche des défauts ou accidents de congélation, de transport, d'entreposage, de conservation. Nous passerons en revue quelques altérations rencontrées sur des viandes congelées.

I. Altérations superficielles.

Ces altérations s'entendent, soit de modifications tissulaires localisées à la surface des viandes, soit de l'envahissement de celles-ci par des moisissures ou par des colonies microbiennes.

a) *Modifications accidentelles des tissus superficiels :* Ces modifications peuvent être de plusieurs sortes :

α *La décongélation partielle* se révèle surtout et à peu près uniquement par la couleur plus foncée de la surface de la viande, celle-ci se montrant brunâtre, parfois même noirâtre. Mais la consistance est aussi ferme, l'odeur nulle. Par ailleurs, les contusions, mâchures, etc... dues aux heurts pendant les manipulations et les transports, se traduisent, en des points localisés, par des caractères analogues.

β) *La décongélation légère en surface suivie de la recongélation* s'exprime par l'adhérence intime, à la viande, de l'enveloppe de tissu ou de papier, qui est tachée par la sérosité sanguine. Nous verrons plus loin que le phénomène se révèle d'une manière éclatante sous la cellophane.

γ) *La déshydratation des tissus musculaires de surface,* assez fréquents, résulte de l'évaporation de l'eau de consti-

tution des régions externes. Celles-ci prennent une teinte gris jaunâtre : elles sont très sèches et rugueuses au toucher.

La dessication pénètre ordinairement jusqu'à un ou deux centimètres de profondeur, ainsi qu'on peut s'en assurer par une ou deux incisions au couteau : la couche musculaire desséchée tranche nettement, par son aspect, sur les parties profondes voisines, non déshydratées, qui ont conservé leur belle et fraîche apparence. Si on laisse la décongélation s'opérer, on constate que la viande conserve sa teinte gris-jaunâtre, mais elle s'imbibe rapidement de la sérosité exsudée des parties musculaires sous-jacentes. En certains points, la déshydratation est tellement accentuée que les muscles apparaissent secs, cassants, friables, comme momifiés, cet aspect persistant longtemps à l'épreuve de la décongélation.

δ) *Des souillures diverses* peuvent altérer la surface des viandes (poussières de charbon, boue, coaltar, etc...) notamment des souillures par l'eau de mer, ou par la saumure, qui déterminent assez souvent des lésions plus pénétrantes.

ε *L'oxydation* (*rancissement*) *des graisses* est assez fréquente sur les viandes congelées. Elle est à peu près inévitable sous l'action du temps. On la décèle à l'examen des grosses masses adipeuses (graisse de rognons quand elle existe, graisse de couverture notamment) le tissu graisseux apparaît jaunâtre.

En prélevant au couteau une tranche de tissu en côte de melon, on remarque que la teinte jaune s'atténue de la périphérie vers la profondeur; en outre, on peut percevoir une odeur de rance. Cette odeur au besoin peut être forcée par un léger chauffage. La saveur même est appréciable;

on éprouve un goût de rance plus ou moins prononcé. Enfin, au microscope, il est aisé de mettre en évidence de nombreux cristaux d'acides gras, au sein du tissu adipeux oxydé. Les diverses altérations ci-dessus n'intéressent que les parties superficielles des carcasses congelées. Au surplus, elle ne sont que peu ou point nocives. Le Vétérinaire hygiéniste se contentera de prescrire un épluchage large et soigneux, pour ne livrer à la consommation qu'une viande convenablement parée.

b) *Moisissures :* L'ennemi le plus redoutable des viandes congelées est l'humidité et les principales altérations superficielles de ces viandes sont dues aux moisissures. Celles-ci proviennent d'une contamination superficielle pendant l'habillage ou les manutentions de la viande. Leur développement dépend des conditions du milieu, principalement de l'aération, de l'humidité et de la température. Les colonies de moisissures sont facilement reconnaissables, non seulement à leur présence sur certaines régions de prédilection (plaie de saignée, tende de tranche) mais à leur aspect même. Au début, elles affectent simplement la forme de petites taches circulaires, blanches, ternes, d'apparence feutrée et, à jour frisant, elles paraissent en légère surélévation sur la surface des viandes.

Leur diamètre varie de celui d'une tête d'épingle à celui d'une pièce de un franc. Elles sont plus ou moins nombreuses, tantôt isolées, tantôt confluentes. Elles s'effacent très facilement si on les balaie du doigt, sans qu'il soit nécessaire de mouiller celui-ci et en ne donnant aucune sensation tactile particulière, aucune onctuosité notamment.

Les espèces les plus courantes sont désignées par les frigoristes anglo-américains d'après leur coloration : moisissures blanches (types Mucor, Rhizopus), vertes et bleues (type Aspergillus), noires (type Pénicillium). Sur les viandes, elles s'enfoncent de quelques millimètres, puis poussent leur thale à l'extérieur où elles forment des taches duveteuses de différentes couleurs au niveau de leurs fructifications. Les modifications chimiques sont faibles dans les viandes, mais la présence de moisissures témoigne de la médiocrité d'entretien du frigorifique; de plus, leur développement s'accompagne d'une odeur de moisi, de souris ou de fauve fort désagréable. Les denrées envahies doivent être retirées de la consommation, ou tout au moins exiger un large parage qui en diminue la valeur marchande. Toutefois, convenablement parées, les viandes moisies n'ont rien perdu de leurs qualités organoleptiques et, en règle générale, peuvent sans inconvénients être livrées à la consommation.

c) *Les levures :* apparraisent sous l'aspect de petites colonies grisâtres, visqueuses, se transformant si l'humidité vient à être insuffisante, en petites croûtes pulvérulentes. Ces microorganismes s'adaptent assez vite aux substances albumonoïdes des tissus carnés, qui sont attaqués en libérant de petites quantités d'ammoniac qui modifie et fait varier le pH vers l'alcalinité. Pendant la congélation, protégées par leur membrane d'enveloppe, elles passent à l'état de vie ralentie et supportent les pressions osmotiques accompagnant la concentration des liquides biologiques qui les entourent. Comme les levures se développent sur les viandes avec un notable retard, par rapport aux bactéries, leur mise en évidence, soit micros-

copiquement, soit macroscopiquement, signifiera une altération assez avancée de la viande.

Nous verrons à la partie réservée aux observations que la présence de levures est concomitante de celle des bactéries et qu'une saisie s'est toujours imposée.

d) *Colonies microbiennes :* Quoique, chronologiquement l'apparition des germes microbiens soit précoce, nous avons réservé ce chapitre pour la fin, étant donné son importance.

La présence de colonies microbiennes sur les viandes congelées se traduit par des modifications, plus ou moins marquées, d'aspect, de consistance et d'odeur du tissu musculaire. C'est très souvent l'odeur qui, la première, attire l'attention de l'Inspecteur.

La viande dégage des senteurs, tantôt légèrement aromatiques, tantôt sulfureuses, d'autres fois nettement putrides, l'odeur de putréfaction étant perceptible surtout au niveau de la plaie de saignée. Ceci à la décongélation, car la viande congelée, même putréfiée, ne présente pas ou infiniment peu d'odeur, ce qui induirait l'hygiéniste en erreur s'il n'avait d'autres moyens d'investigation à sa portée.

L'aspect de la viande est lui-même altéré par places. Lors d'infection microbienne discrète, on remarque, sur la graisse de couverture (bœuf congelé) des taches colorées rouge-carmin, ou jaune vif, toujours bien circonscrites. A un degré plus avancé, certaines régions superficielles montrent « des zones gluantes, plus ou moins étendues en surface, de colorations diverses généralement grisâtres ou jaune orangé, quelquefois rouge violacé... Parfois, ces colonies gluantes existent, en faible abondance, au niveau

des aponévroses séparant les divers plans musculaires superficiels, ainsi que sous les portions musculaires extérieures momifiées. Il y a donc lieu de consulter, par quelques incisions faites obliquement au couteau, les plans musculaires qui s'étagent de la périphérie vers la profondeur. Une mesure du pH et une application tous les centimètres donnent une excellente idée sur la marche en profondeur des colonies microbiennes.

II. Altérations profondes.

Les altérations des viandes congelées seront soupçonnées à l'aspect extérieur des morceaux (ternes, grisâtres ou noirâtres), à leur flaccidité et parfois aux odeurs anormales qui peuvent s'en dégager. Elles sont confirmées par l'examen profond, soit au moyen de sondages, soit par division des grosses masses musculaires, soit, enfin, par des réactions chimiques simples telles que nous l'exposerons au cours de ce travail.

Classiquement, les altérations profondes sont subdivisées en deux chapitres intéressant le mode d'invasion, tantôt centripète, tantôt centrifuge, des colonies microbiennes.

a) *Altérations centripètes.*

Les altérations centripètes sont dues essentielement à l'envahissement des régions musculaires profondes par les altérations périphériques déjà étudiées.

α) *Décongélation profonde.* — Ainsi, la décongélation accidentelle de surface peut gagner en profondeur, s'accompagnant, à peu près inévitablement, de putréfac-

tion au premier degré (putréfaction superficielle). Les tissus extérieurs prennent alors une coloration terne grisâtre, noirâtre; leur toucher est poisseux, leur consistance flasque. Ils se laissent facilement écraser entre les doigts. L'odeur en est désagréable. Il existe souvent des moisissures et des levures concomitantes. Ces altérations se propagent en profondeur, ainsi qu'on peut s'en assurer au couteau. La réaction, dans ce cas, comme nous le verrons plus loin, est franchement alcaline.

L'examen des couches superficielles et sous-jacentes, par dédolations exploratrices au couteau, doit être complété, autant que possible, par un contrôle bactériologique, ou simplement bactérioscopique, selon une technique que nous préciserons plus loin. Ce contrôle s'impose surtout lorsque les signes de la décongélation en profondeur sont imprécis et douteux (couleur faiblement estompée; jaunissement des graisses; odeur de rance ou sulfhydrique ou ammoniacale, etc...) ; on recherchera les grosses bactéries de la putréfaction, tel le b. hémosulfureux de Piettre, ainsi que d'autres germes plus ou moins dangereux vus à la fin de cette première partie.

Les viandes qui ont subi la décongélation accidentelle, plus ou moins pénétrante, sont évidemment dépréciées. Lorsque l'altération n'est pas trop profonde, on peut se contenter de soumettre les viandes à un parage soigneux et d'en prescrire l'utilisation immédiate pour la consommation. Dans le cas contraire, elles doivent être saisies.

β) *Pénétration par les moisissures.* — Les moisissures blanches, jaunes ou grises demeurent généralement cantonnées à la surface des viandes. Mais, lorsqu'elles sont plus âgées (moisissures noires), elles ne tardent pas à envahir profondément les muscles qui, même après bros-

sage ou raclage soigneux, conservent une odeur et un goût désagréable de moisi.

Un parage suffisamment large et débordant des parties altérées suffira d'ordinaire à débarrasser la viande, dont il faudra cependant, ici encore, recommander la consommation hâtive.

γ) *Pénétration par les colonies microbiennes.* — L'envahissement profond des masses musculaires par les colonies microbiennes s'exprime à peu près par les mêmes signes et est justiciable de la même technique d'inspection que la décongélation profonde et avancée.

δ) *Souillures et altérations par l'eau salée.* — Des projections accidentelles de bain de saumure incongelable des installations frigorifiques (solution concentrée de chlorure de sodium, ou mieux de chlorure de calcium) ou d'eau de mer au cours des transports maritimes, peuvent se répandre sur les viandes congelées. Dans l'un ou l'autre cas, la solution saline, porteuse de germes microbiens, ramollit la viande, aux parties touchées, qui se décongèlent, deviennent flasques, et prennent une teinte grise caractéristique. Il en résulte des îlots de putréfaction, localisés, mais susceptibles de gagner facilement l'intérieur des masses charnues. En outre, les zones environnantes prennent communément un goût amer accentué.

En ce qui concerne ces viandes, l'hygiéniste s'appliquera à délimiter par des incisions exploratrices, les zones altérées, qu'il fera éplucher largement.

b) *Altérations centrifuges.* — Beaucoup plus rares sont les altérations centrifuges, qui prennent naissance et se développent dans la profondeur de certaines masses musculaires, au contact même des os. Ces altérations consti-

tuent ce que les Britanniques dénomment *bone Stink*, ou encore *bone taint*, et les Américains du Nord *bone sour*, c'est-à-dire « pourriture » ou « puanteur d'os ». Ces altérations centrifuges ne sont pas rencontrées avec la méthode des viandes désossées et ultra-congelées.

III. Lésions parasitaires.

On peut rencontrer parfois, sur les viandes congelées, quelques parasites dont la présence a échappé au contrôle originel, malgré la rigueur de ce contrôle.

Ces parasites, quelle que soit leur espèce, peuvent être considérés comme inoffensifs, la congélation à cœur prolongée les ayant certainement tués. Les lésions de ladrerie, de stéphanurose, d'onchocercose ne nécessitent jamais que de simples épluchages.

En ce qui concerne la trichinose, cette affection est à ce point redoutable qu'il y aurait lieu, afin d'en prévenir radicalement l'introduction en France, de saisir et de détruire impitoyablement toute viande trichinée.

De l'exposé qui précède, il ressort que les altérations de beaucoup les plus fréquentes et les plus redoutables, sur les viandes congelées, peuvent être rapportées ordinairement à l'avarie, terme ultime de l'action plus ou moins étendue, accentuée et pénétrante, de microorganismes mycosiques, ou surtout bactériens.

Le comportement devant le froid de ces microorganismes est intéressant à connaître pour l'hygiéniste appelé à se prononcer sur une viande congelée.

CHAPITRE II

1. *Rôle du froid.* — « Contrairement à une idée assez répandue, le froid ne tue pas les microorganismes contenus dans les denrées alimentaires. Comment le pourrait-il, alors que certains germes — exceptionnels, il est vrai — résistent à la température de l'hydrogène liquide, soit — 255° ? Cependant, dès la température de 2° à 3° C, il les plonge en état de vie latente, c'est-à-dire qu'il les paralyse et empêche leur multiplication. Dès lors, les denrées peuvent être conservées.

C'est qu'en effet les germes les plus divers souillent les denrées alimentaires et les manipulations qu'elles subissent en accroissent fatalement le nombre. Or, la multiplication des germes entraîne l'altération des produits. » (Ch. LOMBARD).

2. *Les denrées animales sont surtout et avant tout la proie des bactéries.* — C'est que les tissus animaux se prêtent beaucoup mieux à la culture et à l'envahissement superficiel ou profond des bactéries pour les raisons suivantes :

a) Protection insuffisante ou nulle des carcasses en raison de leur préparation (habillage), éléments cellulaires privés de membrane d'enveloppe ou pourvus de membrane peu épaisse en général et en tout cas formés de matières protéiques facilement attaquables, exsudation

rapide de sucs celluaires constituant un véritable milieu de culture très riche pour les bactéries.

b) Composition chimique du protoplasma cellulaire particulièrement favorable au développement microbien, richesse en substances protéiques, réaction le plus souvent alcaline. Le pH sanguin est, en général, égal à 7, sauf en ce qui concerne le tissu musculaire (pH 5,45) d'où l'utilité d'une saignée complète.

c) Réseau circulatoire (sanguin ou lymphatique) ouvert, continu, extrêmement serré, permettant aux bactéries de se propager très facilement dans toute la profondeur des parenchymes, que la porte d'entrée soit le tube digestif (cas des volailles, gibiers, poissons non eviscérés), soit à la surface externe ou interne des carcasses (ouverture des vaisseaux sanguins le plus souvent gorgés de sang qui sert d'aliment aux bactéries et de voie de pénétration et de généralisation). En règle très générale, ce sont donc les bactéries qui commencent l'attaque des tissus animaux. Les moisissures et certaines levures (torula) n'interviennent que tardivement lorsque le terrain a été préparé par les bactéries, et toujours de façon accessoire d'ailleurs. « Il faut donc empêcher la pullulation des germes en employant le froid. Il y a lieu aussi, préalablement à l'action du froid », de préparer « les produits dans les conditions les plus hygiéniques et d'exiger du personnel la plus grande propreté. *Car le frigorifique rend ce qu'on lui donne.* Il suspend la multiplication des germes, mais ne les tue pas ». (Ch. Lombard).

De nouvelles expériences concernant l'action du froid sur les bactéries ont été faites, tout dernièrement au Laboratoire de bactériologie des Halles centrales, activement

dirigé par notre confrère, le Professeur Agrégé Nevot, et son préparateur, M. Jacques. Elles ont porté sur les bactéries suivantes : b. de Gärtner, entérocoque, coli, b. du rouget, staphylocoque, proteus, subtilis. Nous les résumerons en quelques lignes.

Ces cultures faites en bouillon peptoné, au pH moyen 7,5 étaient mises à l'étuve à 37° C, pendant 48 heures, quatre jours et sept jours. On les exposait ensuite, dès leur sortie de l'étuve, à une température aux environs de 0° C. Exception faite du b. subtilis qui cultive exclusivement en voile superficiel, toutes les cultures étaient homogènes, uniformément troubles.

Après 24 heures d'exposition à 0° C, les cultures de rouget et d'entérocoque apparaissaient parfaitement claires et limpides, la sédimentation des bactéries était totale.

Pour les autres, la grosse majorité des éléments s'était déposée; cependant, il restait en suspension un mince voile formé de bactéries encore légèrement mobiles à l'examen microscopique pratiqué à la température de la chambre. Ce voile diminuait peu à peu de hauteur à partir de la surface et en sept jours, toutes les cultures s'étaient complètement éclaircies. Ces mêmes cultures ainsi sédimentées, remises à l'étuve à 37° C, reprennent en 24 heures leur aspect initial.

En même temps que l'agitation thermique, le froid a donc provisoirement paralysé la mobilité des bactéries mobiles, et annulé les activités génératives et fermentaires de toutes les espèces, car « le froid, s'il paralyse la multiplication des germes, inactive mêmement les diastases et ferments contenus dans les aliments d'origine animale.

C'est là un deuxième aspect de son mécanisme d'action.

Les diastases et ferments, s'ils entraînent, dans un premier stade, la maturation souhaitable des viandes, n'arrêtent pas là leur action. Forces aveugles, ils poussent naturellement ensuite à la décomposition des produits. Tout autant que d'empêcher la pullulation microbienne, il convient donc, pour conserver, de ralentir, au maximum, l'action des diastases et ferments, de retarder les phénomènes de maturation. » (Ch. LOMBARD).

Ceci a une importance capitale pour la recherche de la réaction d'une viande. Si toute vie, aussi bien fermentaire que microbienne, est suspendue pendant la congélation, un morceau de viande congelée à un pH déterminé (le même pour chaque espèce 24 heures après l'abatage) gardera la même réaction jusqu'à décongélation. Si le pH s'est élevé vers l'alcalinité, l'hygiéniste pourra toujours suspecter des décongélations intermittentes ou la congélation des viandes en voie de putréfaction, ou de viandes provenant d'animaux malades.

Il s'ensuit que ne devront être congelées que des viandes de première ou de bonne deuxième qualité, provenant d'animaux à jeun 24 heures avant l'abatage et reposés; que l'éviscération sera faite en prenant le maximum de précaution; les instruments, les linges, les mains qui manipuleront la viande devront être rigoureusement propres. surtout lors du désossage et du parage en vue de la mise en caisse.

Toutes ces précautions étant prises, la viande d'animaux reposés et à jeun, présentant avant l'abatage tous les signes de la bonne santé, est stérile.

TROISIEME PARTIE

De quelques réactions simples applicables à l'hygiène des viandes congelées.

De l'exposé qui précède, il ressort que les altérations de beaucoup les plus fréquentes et les plus redoutables sur les viandes congelées peuvent être rapportées ordinairement à l'avarie, terme ultime de l'action, plus ou moins étendue, accentuée et pénétrante, de microorganismes mycosiques ou surtout bactériens.

Or, la dégradation musculaire par ces microorganismes demeure longtemps insidieuse, ne se manifestant parfois qu'à la longue et par des signes frustes, ou peu objectifs; odeur de rance, ou sulfhydrique, ou ammoniacale, à peine perceptible, couleurs estompées légèrement, jaunissement des graisses... Devant des indications aussi vagues et faute de signes critères, l'inspection demeure quelquefois hésitante.

Aussi, le secours du Laboratoire est-il, dans ces cas, particulièrement recommandable pour les viandes congelées.

Quelques réactions simples, extemporanées, peuvent suffire à étayer la décision de l'hygiéniste. Nous les classerons en cinq groupes, en nous étendant plus spécialement sur la recherche du pH et l'examen bactérioscopique.

I. Recherche de l'ammoniaque et de l'hydrogène sulfuré.

La mise en évidence des vapeurs ammoniacales ou sulfhydriques, engendrées par le processus de putréfaction, peut se faire comme suit :

a) *Dépistage de l'ammoniaque.*

On prélève un échantillon d'environ 150 grammes de viande d'odeur suspecte, que l'on fragmente et qu'on introduit dans un flacon à large goulot bouché à l'émeri. D'autre part, on humecte avec un peu d'eau distillée neutre un papier rose de tournesol sensible et l'on suspend délicatement ce papier dans le flacon, de telle sorte qu'il n'ait de contact, ni avec la viande, ni avec le verre. Au bout de deux à trois heures tout au plus, à la température du Laboratoire, le papier aura nettement viré au bleu. Par contre, s'il reste rose, on peut conclure que la viande n'est pas altérée. On peut aussi déceler le gaz ammoniac par le réactif d'Eber : au contact de ce réactif, la viande putréfiée produit des fumées gris bleuâtre, persistantes.

NH^3 peut, mieux encore, être décelé par le Nessler, à partir du filtrat de la viande suspectée (Voir ci-dessous).

b) *Dépistage de l'hydrogène sulfuré.*

Quant à H^2 S, on pourra le dépister par un procédé calqué sur l'épreuve au papier de tournesol, mais en utilisant comme réactif le papier à l'acétate de plomb à 10 % ; s'il se dégage de l'hydrogène sulfuré, le papier ne tarde pas à se couvrir de taches brunâtres ou noirâtres.

II. Épreuves de la filtration.

La filtration d'une macération de tissu musculaire suspect est susceptible de donner d'utiles indications.

a) *Filtration.*

On fera un prélèvement de muscle, dépouillé des graisses, aponévroses, tendons, etc... et on le découpera en petits fragments. Ceux-ci seront introduits dans un ballon de 150 centi-cubes, puis recouverts de 10 volumes d'eau distillée. On agitera, et on laissera reposer quinze minutes. Puis on agitera de nouveau et on laissera encore reposer quinze minutes. Enfin, on agitera une troisième fois et on versera le contenu du ballon (liquide et viande) sur un filtre Laurent dans un entonnoir de verre.

La filtration est toujours rapide (5 minutes environ) lorsque la viande est saine. Par contre, lorsque la viande est altérée, la filtration dure trente minutes et souvent davantage.

b) *Examen du filtrat.*

Le filtrat permet des constatations plus précises encore.

α) *Coloration, action des acides.* — Normalement, le filtrat est limpide et de couleur rose clair. La réaction est acide au tournesol, tant que la viande est saine. Mais lorsque celle-ci se décompose, le filtrat prend une coloration groseille plus ou moins accentuée, cependant que la réaction devient alcaline.

Nous verrons que la détermination de la réaction acide réelle par la mesure de l'acidité vraie, c'est-à-dire du pH est plus intéressante et scientifiquement plus exacte.

Le filtrat peut être éprouvé par les acides. Dans un tube à essai, on verse deux centi-cubes de filtrat, auxquels on ajoute deux centi-cubes d'eau distillée, puis goutte à goutte 5 gouttes d'acide acétique à 1 %. Si la viande est salubre, le liquide reste limpide. Si, au contraire, la viande est altérée, il se produit un trouble. En outre, si l'on porte les tubes ci-dessus à 70°-75° pendant deux ou trois minutes, l'extrait de viande saine se décolore, tout en conservant sa limpidité, tandis que l'extrait de viande altérée précipite abondamment.

β) *Réaction de Nessler.* — Sur le filtrat de viande, on peut encore faire l'épreuve de Nessler pour déceler l'ammoniaque.

Dans un tube à essai, on verse 2 à 3 centi-cubes de réactif de Nessler, on ajoute X gouttes de filtrat.

Lorsque la viande est saine, la réaction obtenue est jaune-verdâtre.

Si la viande est en voie de putréfaction, il se produit un précipité jaune-orange. Cette réaction est très nette et très caractéristique.

γ) *Réaction du Biuret.* — Cette réaction décèle le passage, dans la solution de viande, de peptones ou de polypeptides provenant de la désintégration bactérienne des protéines musculaires. On prend 2 centi-cubes de réactif du biuret, auquel on ajoute V à X gouttes du filtrat de la viande. Si celle-ci est saine, aucune réaction ne se produit, la couleur obtenue est bleue. Mais lors de putréfaction, la réaction est positive, le liquide se colore en rose violet. Cette réaction est en quelque sorte spécifique.

8) *Réaction de Walkiewiez au sublimé.* — On verse dans une éprouvette 3 à 4 cc. d'une solution de sublimé corrosif à 1 % et dans une autre la même quantité de sublimé (à la même concentration), acidifié avec de l'acide acétique glacial à 0,05 %. Le long des parois de chaque éprouvette, on fait couler lentement deux ou trois gouttes du filtrat de viande et on examine ensuite sur fond noir. L'apparition, après quelques secondes, à la surface du liquide, d'un petit nuage gris violet qui tombe au fond de l'éprouvette ou bien se dissipe par agitation, est considérée comme résultat positif. Si le liquide reste limpide, le résultat est négatif.

La méthode du sublimé a permis à son auteur de distinguer :

1. La viande en bon état de fraîcheur, avec degré d'acidité normale (pH 6,2 au maximum) : la réaction ne se produit, ni avec le sublimé ordinaire, ni avec le sublimé acidifié.

2. La viande encore en état de fraîcheur, mais insuffisamment acide (pH de 6,2 à 7) : la réaction est positive avec le sublimé ordinaire, négative avec le sublimé acidifié.

(Nous verrons que de 6,2 à 7, la viande ne doit pas être considérée en état de fraîcheur.)

3. La viande à réaction alcaline (pH supérieur à 7) : la réaction se produit avec les deux sortes de sublimé, et le nuage est d'autant plus visible que la putréfaction est plus avancée.

Cette viande, en voie de putréfaction, est donc à rejeter.

III. Recherche de l'eau salée.

Les viandes suspectes d'altérations par l'eau salée (eau de mer, ou eau chlorurée de la saumure incongelable) peuvent être éprouvées comme suit : on introduit dans un tube à essai de petits fragments des parties suspectes; on les recouvre d'eau distillée et on ajoute quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent à 15 %; il se produit aussitôt un abondant précipité de chlorure d'argent, caillebotté, soluble dans l'ammoniaque (Dumestre).

Pour doser la quantité de sel, on utilise la méthode de Tapernoux (Rochaix et Tapernoux, Le lait et ses dérivés, p. 53, chez Vigot Frères, 1942).

III. Mesure de l'acidité vraie, le pH.

a) *L'épreuve de l'acidité* des viandes peut se faire, soit par la vieille méthode des liqueurs titrées, soit de préférence par la recherche du pH. Nous ne dirons rien, ici, du premier de ces procédés, qui semble aujourd'hui avoir cédé le pas à la technique de la détermination du pH qui peut se faire, soit par la méthode électrométrique, soit par la méthode colorimétrique. Les sucs musculaires contenant des protéines, seule la méthode électrométrique est susceptible de donner des résultats corrects; malheureusement, elle est beaucoup trop délicate et complexe pour être mise en pratique au Laboratoire de l'abattoir. Par contre, la méthode colorimétrique, malgré son imperfection, peut donner, dans certains cas, des indications précieuses.

b) *La méthode colorimétrique* est basée sur le virage de colorants indicateurs selon la teneur en ions H du liquide examiné. Les sucs musculaires, comme en général les liquides biologiques et les milieux de culture, sont des solutions-tampons. Or, les solutions-tampons ont la propriété de pouvoir être diluées sans subir de variations notable de leur pH, malgré les causes accidentelles qui tendraient à le faire varier.

C'est dire que les modifications, même faibles, de ce pH, ont une signification très nette, car elles expriment une variation importante du milieu biologique. D'où l'intérêt qu'il y a à s'attacher plus spécialement à la recherche du pH, pour pouvoir porter une décision sur une viande congelée, en l'absence de commémoratifs, de viscères, d'odeur, de sensation tactile et d'aspect habituellement rencontré sur les viandes fraîches.

Comme nous l'avons déjà dit, les viandes congelées sont des viandes foraines d'un genre particulier et comme pour les viandes foraines, les investigations physico-chimiques ont une très grande importance. Une viande normalement acide est un mauvais milieu pour la plupart des germes microbiens.

Chaque espèce microbienne possède un pH optimum qui ne varie que dans des limites définies : le staphylocoque a un pH optimum entre 6, 8 et 8,2, le bacille tuberculeux entre 6,8 et 7, le streptocoque entre 6,2 et 7, le coli entre 5,6 et 8,5, le pyocyanique ne supporte pas la moindre acidité. De la même manière, l'acidité protège contre les champignons et les levures.

Comme le plasma musculaire a un pH moyen de 5,45, seuls, les germes se développant en milieu acide pourraient s'y développer à la température ordinaire. D'où

l'extrême importance de congeler les viandes au moment où elles ont atteint leur pH le plus bas.

c) *Variation du pH de la viande en fonction du temps.* — Aussitôt après l'abatage, les muscles sont détendus, mous, animés de contractions, puis au cours du refroidissement les muscles deviennent fermes. La rigidité cadavérique s'empare de la carcasse. L'action microbienne n'étant pas à envisager, la viande bien préparée étant stérile, il faut penser à l'action diastasique des ferments, existant normalement dans les cellules musculaires vivantes et *agissant encore après la mort*, d'où transformation des constituants de la cellule.

Un deuxième point important est que la désorganisation des tissus animaux commence aussitôt après la mort. L'une des premières manifestations dans le cytoplasme mort se traduirait par un changement de pH. De nombreux travaux de Fred Ules et de ses collaborateurs, à Strasbourg, ont montré, en effet, que par simple écrasement des cellules, on obtiendrait pour le protoplasma cellulaire un pH = 5, alors que par micro-injection d'indicateurs colorés dans la cellule vivante, on constate un pH voisin de 7 (Chambers, Rapkine, Wurmesr).

C'est essentiellement la transformation des sucres qui confère les variations de pH que nous allons voir.

Les Docteurs Slavik et Gut, à Prague, donnent les résultats suivants sur des animaux sains :

1. L'extrait aqueux d'une viande normale une heure après l'abatage a un pH oscillant entre 6,7 et 6,9.

2. Après 16 à 20 heures, le pH atteint un minimum dont la valeur est de 6.00 environ chez le bœuf, le veau,

le porc; de 5,7 à 5,8 chez le cheval; de 6,1 à 6,2 chez le mouton. Si la viande est placée à 0°, ce minimum reste stable jusqu'au début de la pullulation microbienne.

3. Si la viande est placée entre 8° et 15°, le pH remonte de façon progressive pendant deux à quatre jours.

Le pH 6,5 correspond à la limite entre une viande bonne pour la consommation, et une viande présentant une légère odeur ne la rendant plus consommable. Le pH 6,6 est observé au début de la putréfaction. Le pH 7,5 est observé dans les viandes putréfiées.

Ces résultats ne sont qu'approchés. D'après de nombreux auteurs (H. Drieux, en particulier) le pH descendrait beaucoup plus bas que ce minimum 6,00 fixé par les Docteurs Slavik et Gut. Nous l'avons vérifié d'ailleurs nous-mêmes. De plus, le Professeur H. Drieux fait intervenir tous les facteurs capables d'influencer le pH. Il recommande, en particulier, de recourir toujours aux mêmes muscles, en raison évidemment des variations du pH selon les régions organiques (ces variations sont surtout sensibles chez le porc).

Toutes choses égales, ce sont les muscles de la cuisse et du dos qui présentent le pH le plus bas, et ce sont les muscles des extrémités dont le pH est le plus élevé (et le plus susceptible de variations). Il faut éviter les mesures de pH aux endroits où il y a du sang (plaie de saignée pH = 7), du tissu conjonctif, des fibres lisses (pH = 6.9 en moyenne).

d) *Le choix du moment où doit se faire la mesure* a une extrême importance et de grandes répercussions pour ce qui concerne le moment de la congélation.

Aussitôt après l'abatage, la réaction musculaire est amphotère ou même légèrement alcaline. Avec la rigidité cadavérique apparaît une quantité croissante d'acide sarcolactique et d'acide carbonique, qui oriente la réaction vers les valeurs acides, en un temps plus ou moins variable. C'est quand l'acidité maximum est atteinte que s'effectuera la mesure du pH, c'est-à-dire 24 heures après l'abatage (pour les viandes conservées à la température ordinaire) ou 3 jours après l'abatage (pour les viandes mises en chambre froide). Mieux encore on renouvellera utilement les mesures entre la 15e et la 72e heure qui suivent l'abatage. Ainsi, on obtiendra la valeur exacte du pH minimum. Dès l'obtention de ce pH minimum qui devrait être toujours choisi semblable pour une viande destinée à la congélation, les opérations du quick-freezing pourront être mises en œuvre.

Dès lors, l'hygiéniste qui aura à visiter une viande ultra-congelée saura qu'au départ le pH étant aux environs de 5,5 à 5,8, il devra normalement retrouver le même pH, puisque nous avons vu que les basses températures stoppaient les phénomènes fermentaires, microbiens ou enzymatiques. Toute élévation au-dessus d'une valeur fixe pour chaque espèce de viande doit être considérée comme anormale.

Nous reproduirons ici une partie du tableau donné par le Professeur H. Drieux, en négligeant les résultats concernant les viandes d'apparence saigneuse, septicémique, surmenée ou fiévreuse, ainsi que celles provenant d'animaux abattus d'urgence. Ces viandes sont habituellement retirées de la consommation et les viandes destinées à être congelées sont de belle apparence et de bonne qualité.

Viande provenant d'un animal sacrifié en bon état de santé.

pH < 6,2

Nornalement acide, consommation libre.

pH = 6,2 à 6,6 bœuf.
6,2 à 6,5 porc.
6,2 à 6,6 mouton.
6,2 à 6,4 cheval.

En puissance de putréfaction : A consommer sans délai et à ne pas utiliser en hachis, en conserves ou en saucissons.

pH > 6,7..... Bœuf.
6,5..... Porc.
6,6..... Mouton.
6,4..... Cheval.

Putréfiée : Saisie.

e) *En quoi l'ascencion du pH vers des zones alcalines pourrait-elle être d'une conséquence grave.* — L'eau si abondante dans la nature et qui existe dans tous nos aliments n'a-t-elle pas un pH voisin de 7, sans que pour cela nous en soyons incommodés ?

En réalité, ce n'est pas l'alcalinité elle-même qui est nocive dans les viandes, mais plutôt l'abondance des corps chimiques résultant de la désintégration des composants du muscle par les microorganismes et les ferments. Ces corps chimiques dérivent essentiellement des protides. L'hydrolyse des protéines s'opère par étapes et ne libère pas directement les acides aminés. On peut la schématiser assez grossièrement d'ailleurs de la façon suivante :

Protéine → peptones et albumoses → Polypeptides → dipeptides → Acides aminés.

Les acides aminés, du fait de la juxtaposition d'un COOH et d'un NH^2 sur leur molécule, sont sans action

sur les indicateurs colorés et se comportent comme des corps neutres. Ils obéissent à la loi du moindre changement; en milieu acide, ils libèrent des ions OH^- et en milieu alcalin, des ions H^+. Donc, ces acides aminés n'interviennent pas pour modifier le pH des viandes. Mais, la perte, du fait d'un procédé de décarboxylation, du groupement CO^2 de ces acides aminés donne naissance à des bases à réaction fortement alcaline.

Cette décarboxylation résulte de l'attaque des protides par certains microbes putréfactifs, en particulier bacillus aminophilus intestinalis (A. Berthelot et M. Bertrand) ainsi que d'autres espèces classées en aérobies facultatifs micrococcus flavus, liquefaciens, streptocoque pyogène, staphylococcus albus, b. coli, proteus vulgaris et Zenckeri.

Pour Tissier et Martelly, dans une putréfaction naturelle, « toujours il existe un ou plusieurs anaérobies, espèce nécessaire et toujours il existe des aérobies dont le rôle n'est qu'accessoire ». On pourrait résumer *l'action putréfactive* comme suit :

Dès les premières heures, la fermentation des sucres étant achevée, il se produit une légère attaque des albumines avec la présence d'aérobies, ferments mixtes : micrococcus liquefaciens, b. coli, staphylococcus albus, streptocoque pyogène, etc...

Au bout de trois ou quatre jours, la réaction acide primitive du muscle a nettement diminué, l'attaque des albumines a beaucoup augmenté, l'odeur commence à être légèrement putride. On a un milieu désoxydé, avec présence d'anaérobies (ferments mixtes uniquement) : b. perfringens, b. bifermentans sporogenes.

Après huit à dix jours, les sucres ont totalement disparu, les matières grasses saponifiées sont devenues des savons ammoniacaux, etc. Tout indique une attaque

rapide de la matière protéique. Dans cette dernière phase, prédominent les ferments protéolytiques (b. putridus gracilis, b. putrificus) et protéolytiques purs (diplococcus magnus, anaérobius, proteus Zenckeri). Cette nomenclature des espèces microbiennes pourrait être notablement allongée suivant les circonstances les plus diverses : température, manipulations douteuses, proximité des fumiers dans les abattoirs, souillures par les mouches, durée de conservation, humidité des locaux, etc. Nous savons, en particulier, que le b. hemosulfureus est un hôte habituel des carcasses, que le b. prodigiosus, diverses sarcines, des moisissures, des torulas, etc... peuvent s'y mêler.

Le terme final de la désintégration est l'ammoniaque et l'acide sulfhydrique que nous avons appris à déceler. Toutefois, avant ou en même temps que la formation de ces gaz, existent dans la viande ces corps, issus de la décarboxylation des acides aminés. La chimie biologique les clase en deux groupes : les bases aliphatiques et les bases cycliques.

1. *Les bases aliphatiques*, telles la méthylamine, résultat de l'action d'anaérobies, l'iso-amylamine, la tetraméthylène-diamine ou putrescine, la pentaméthylène diamine ou cadavérine.

2. *Les bases cycliques.* — Ces bases issues de la décarboxylation des acides à noyau aromatique présentent des caractères de toxicité, beaucoup plus prononcés, ce sont :

a) La phényléthylamine de Rencki ou ptomaïne douée de propriétés vaso-constrictives hypertensives.

b) La p. Hydroxyphényléthylamine ou tyramine résulte de la décarboxylation de la tyrosine. C'est un vaso-

constricteur extrêmement énergique. Il est à noter, à ce sujet, que la tyrosine n'est pas toujours décarboxylée dans les viandes en voie de putréfaction, car on la retrouve cristallisée en rosaces ou en houppes dans la viande congelée.

c) L'histamine résulte de la décarboxylation de l'histidine sous l'influence de bactéries telles que le B. coli ou le B. aminophilus. C'est une substance extrêmement toxique provoquant la contraction des muscles lisses (artères, bronches, utérus...). Elle est fortement hypertensive, mais la période de vaso-constriction est courte et fait suite à une période d'hypotension très prononcée. L'histamine donne naissance à un syndrome se rapprochant de celui du choc anaphylactique.

d) La tryptamine, également obtenue par décarboxylation bactérienne du tryptophane, est une base énergique très vaso-constrictive et toxique.

La décarboxylation n'est pas le seul processus qui entre en jeu pour la formation des produits de la putréfaction, la désamination en est un autre et la bactérie la réalise habituellement par hydrogénation : c'est ainsi que prend naissance l'ammoniaque.

Ces corps formés, qu'il s'agisse d'amines biogènes telles les bases aliphatiques et cycliques ou qu'il s'agisse d'ammoniaque, ont une réaction fortement basique et au fur et à mesure de leur formation, la réaction de la viande devient de plus en plus alcaline. La révélation de cette alcalinité par la mesure du pH est l'affirmation de la présence de fonctions aminées dont l'accumulation sur une molécule confère à celle-ci une toxicité élevée.

Les toxines proprement microbiennes, qu'il s'agisse d'endotoxines ou d'exotoxines, n'ont pas d'influence sur le pH. L'exotoxine est de nature protéique et se comporte avec tous les caractères des protéines, hydrolysée, elle donne aussi des acides aminés. L'endotoxine est considérée par Boivin comme un sénapse lipido-glucido-protidique. La seule influence que pourraient avoir ces toxines sur le pH serait exercée par leur produit de désintégration basique, tout comme une protéine banale.

On pourrait considérer ces faits comme graves, puisque les toxines microbiennes sont incomparablement plus dangereuses pour l'homme que les amines biogènes et comme la mesure du pH est défaillante et impuissante à faire soupçonner des corps chimiques capables de tuer à faible dose (la toxine botulinique, par exemple) on ne voit guère son utilité.

Heureusement, il en est autrement : pour qu'un germe puisse former des toxines, il faut qu'il vive, et sa vie est fonction des désintégrations opérées. Qui dit désintégration dans une viande, dit forcément apparition de corps basiques, d'où variation du pH vers des zones alcalines.

f) *Pour conclure* ce chapitre relatif au pH, nous ne saurions mieux faire que terminer par cette remarque d'Armand Nevot : « Si les intoxications alimentaires à grands fracas ont permis d'isoler les germes des intoxications carnées, germes très rarement signalés en France, il est raisonnable de penser que beaucoup de légers troubles digestifs après absorption d'aliments, accidents fréquents, sont causés par des souillures banales des denrées absorbées, les microbes de ces contaminations agissant beaucoup plus par les produits de transformations qu'ils créent dans

l'aliment — composés aminés, histamine, tyramine, méthylamines... — que par eux-mêmes.

Et l'on comprend encore ici qu'à côté de la découverte des germes vraiment pathogènes, une grande place doive être réservée à la recherche des germes banaux : colibacille, protéus, bactéries diverses, entérocoque... à leur dénombrement approximatif et à la détermination de leur activité sur la molécule albuminoïde. »

V. L'examen bactérioscopique.

La viande congelée est, en principe, stérile.

L'invasion bactérienne se décèle aisément sur un frottis. Le frottis pourra être fixé, soit à l'alcool, soit par la chaleur. La fixation par la chaleur, que nous avons habituellement employée, se fait en écrasant trois fois la flamme d'un Bunsen avec la face inférieure de la lame. La lame est laissée refroidir avant de recevoir les colorants.

Si on veut simplement dénombrer les germes, on peut se contenter de colorer avec du bleu de méthylène ou de la thionine qu'on laisse agir une à deux minutes. On lave, on sèche sous papier-buvard, ou rapidement dans une flamme. La lame est ainsi prête à être examinée au microscope. L'immersion est préférable (G. = 1.200 à 1.500) ; on peut se contenter à la rigueur d'un grossissement deux fois moindre.

On peut faire des colorations électives, soit par le Gram, soit par le Ziehl. Les colorations simples suffisent amplement dans la plupart des cas.

QUATRIEME PARTIE

Inspection des viandes ultra-congelées, après désossage, parage, découpage et mise en caisse.

1. *Mesure du pH par la méthode colorimétrique.* — Nous avons employé pour nos observations une méthode de mesure du pH inspirée du procédé du papier-indicateur de **Marxer.**

Pour mesurer au moyen de papiers-réactifs les pH intéressant le physiologiste (pH : 4 à 8), il faut obligatoirement employer plusieurs colorants.

On peut arriver au résultat cherché en utilisant un seul papier imprégné de deux colorants dont les échelles de teintes se placent bout à bout (rouge de méthyle et bleu de bromothymol, par exemple).

Il est préférable d'employer, comme nous l'avons fait, un dépliant comportant trois carnets de papiers-réactifs correspondant à trois colorants différents dont les échelles de teintes chevauchent les unes sur les autres.

Ce procédé permet, en effet, d'obtenir une plus grande précision dans les mesures (0,2 pH) du fait que les tein-

tes obtenues avec un seul colorant sont plus franches qu'avec un mélange et qu'en outre, les trois teintes données par les trois papiers permettent un double contrôle des résultats.

L'emploi en est enfantin. Il suffit de détacher une feuille de chacun des trois carnets dont chacun couvre une échelle de pH. Le premier donne le pH de 4 à 5.6; le second de 5 à 6.6; le troisième de 6 à 7.6.

On applique la feuille contre la viande quelques secondes et on compare immédiatement les trois teintes obtenues avec celles qui sont données par l'échelle étalon.

Si la teinte obtenue avec la feuille du carnet N° 1 ressort bleue et comparable à l'étalon 5.6, cela signifie que le pH de la viande est égal ou supérieur à 5.6. Aussi, faut-il éprouver le deuxième carnet.

Si la teinte obtenue avec la feuille du carnet N° 2 apparaît violacée et comparable avec l'étalon 6.6, cela veut dire que le pH de la viande est égal ou supérieur à 6.6. Il devient alors nécessaire d'éprouver le troisième carnet.

En pratique, nous nous sommes surtout servis du carnet N° 2 couvrant le pH de 5 à 6.6, de la manière suivante : après avoir détaché une bande de ce carnet avec des mains sèches, on applique l'extrémité sur la viande congelée à étudier, après avoir enlevé une parcelle de la croûte superficielle (glace de condensation) avec un couteau propre et sec. (Nous avons trouvé pratique d'utiliser pour cette opération un bistouri droit à manche métallique : la lame servant à faire les décapages et entailles nécessaires, le dos du manche légèrement chauffé, à appliquer étroitement la bande de papier réactif afin d'éviter le contact des doigts.)

Ensuite, lecture était faite à la lumière naturelle autant que possible, la lumière artificielle dénaturant les couleurs.

En général, la bande donnait une couleur brune correspondant au pH = 5,8. Quelquefois, la teinte obtenue était légèrement violacée (pH = 6,2) un très léger parage était entrepris (5 millimètres au plus). D'autres fois, la teinte était franchement violette (pH = 6,6), il fallait alors passer au carnet suivant, où parfois se révélait un pH de 6,8, 7,2, 7,6 indiquant une putréfaction complète. Si le pH était 6,6, un parage de quelques centimètres pratiqué sur les morceaux congelés était suivi d'une seconde prise du pH. Si le pH était $\leqslant$ à 6,2, la viande partait pour la consommation, sinon un examen bactérioscopique était entrepris pour un pH compris entre 6,2 et 6,6. Au cas où l'examen bactérioscopique était satisfaisant, la viande pouvait être consommée dans le plus bref délai.

2. *Observations.*

Nos observations ont porté sur de la viande désossée parée et ultracongelée après mise en caisse selon le procédé décrit dans la première partie.

L'inspection est faite sur la viande avant décongélation.

1re observation.

Caisse N° 3773.
Viande à rôtir.
Deux gros morceaux, trois petits.
Viande congelée le 1er mars 1948.
Examinée le 9 janvier 1950.

La caisse présente des souillures du fond, le bois est imprégné de sérosité rose rouge. La viande a mauvais aspect, les endroits en contact avec les angles de la caisse présentent un magma qui est décongelé, révélant un pH alcalin = 7,4.

L'application sur lame, après fixation et coloration, révèle un « purée de germes » de la putréfaction avec de nombreux diplocoques et levures, ainsi que des bactéries.

Nous résumerons ceci de la façon suivante :

pH = 7

Bactéries +
Diplocoques +++
Levures +++

Un parage copieux est alors effectué, le pH est encore élevé.

pH = 6,8

Bactéries +
Diplocoques +++
Levures +++

Odeur de truffes (entreposage près de ces denrées).

Saisie de la caisse entière.

2e observation.

Caisse N° 2528.
Saucisses.
Saucisses congelées le 1er mars 1948.
Examinées le 9 janvier 1950.
Exsudation sur un fond, à l'intérieur et à l'extérieur.
Aspect terne des saucisses.

pH = 9
Bacilles = +
Staphylocoques = ∞
Levures +++
Saisie en entier.

3e observation.

Caisse N° 2749.
Viande à bouillir.
Deux morceaux.
Viande congelée le 30 janvier 1948.
Examinée le 13 janvier 1950.
Fond largement souillé, intérieurement et extérieurement.
Couvercle souillé intérieurement.

Les morceaux ont un aspect terne grisâtre. Une légère odeur de souris s'exhale des morceaux. Un parage profond n'enlève pas l'odeur de souris. La superficie des morceaux est poisseuse au toucher. Il existe des moisissures blanches et noires sur la graisse et les aponévroses de surface.

Saisie totale.
pH = 7,2 en superficie — Bactéries ++
Diplocoques +++ — Levures = ∞
pH = 6,6 en profondeur
Bactéries +
Diplocoques ++
Levures ++++

Un morceau de cette caisse est suivi pendant quelques jours à la température ordinaire. La putréfaction est rapide, en trois jours elle est complète, après avoir suivi

les espaces aponévrotiques intermusculaires. L'exsudation est abondante et l'examen direct révèle un véritable bouillon de culture.

4e observation.

Caisse N° 7706.
Viande à rôtir.
Deux morceaux.
Viande congelée le 8 février 1949.
Examinée le 16 janvier 1950.

La viande a bon aspect. La superficie révèle quelques petites colonies de moisissures blanches et noires de la grosseur d'une pièce de 50 centimes à celle d'un franc, située surtout sur la graisse.

pH = 6,2 en superficie E. B = Bactéries —
Diplocoques —

après léger parage :
pH = 6 E. B. = R. A. S.

La viande, après ce léger parage, est livrée à la consommation.

L'épreuve de la dégustation la révèle excellente.

5e observation.

Caisse N° 7,082.
Viande à rôtir.
Deux morceaux.
Viande congelée le 8 février 1949.
Examinée le 16 janvier 1950.
Aucune souillure de la caisse.
Traces d'exsudation sous la cellophane.

La graisse est saponifiée; elle est blanche comme du saindoux.

Moisissures noires à la superficie de la graisse, quelques colonies de la grosseur d'une pièce de 50 centimes;

pH en superficie = 7,2 E. B. = Staphylocoques +
Diplocoques +++

pH en profondeur après parage de 3 centimètres :
pH = 6,4 E. B. = une ou deux coccies par champ.

Saisie totale.

Dégustation d'un bifteck en profondeur; goût anormal, immangeable.

6e observation.

Caisse N° 3.878.
Viande à bouillir.
Deux morceaux.
Viande congelée le 2 février 1948.
Examinée le 20 janvier 1950.

Pas de souillure de la caisse. Pas d'exsudation sous cellophane.

Aspect terne, grisâtre. Quelques moisissures blanches et noires.

Après un léger parage (1 centimètre) le pH est pris à divers endroits de la surface. Certains muscles donnent :
pH = 6,6 Levures +++
d'autres sur le même morceau :
pH = 6,2 R. A. S.

Ce morceau étant particulier de par son pH variable en superficie, est conservé pour étude. Des prises de pH de centimètre en centimètre, complétées par des examens

bactériologiques, montrent que des deux muscles composant le morceau, l'un est envahi par les levures et révèle un pH = 6,6, l'autre est indemne, avec un pH = 6,2 (excellent à la dégustation). Les deux muscles étaient séparés par une aponévrose épaisse d'un millimètre. Le muscle envahi par les levures est plus pâle, jambonné, semblable à du bœuf bouilli refroidi. Il présente de plus une légère odeur de souris.

7e observation.

Caisse N° 7.655.
Viande à rôtir.
Trois morceaux.
Viande congelée le 10 février 1949.
Examinée le 23 janvier 1950.

Caisse souillée sur un fond. Exsudation sous cellophane. Aucune odeur n'est décelée.

pH en surface = 6,6 E. B. = Bactéries + + +
Diploc. + +
Levures + + +
après parage de 1 centimètre :
pH = 6,4
E. B. = Bactéries + +
Diplocoques + +
Levures + + +
Après parage de 3 centimètres :
pH = 6,3 E. B. = cocci. +

Saisie totale.

8e observation.

Caisse N° 8.243.
Viande à rôtir.
Deux morceaux.
Viande congelée le 10 février 1949.
Examinée le 23 janvier 1950.
Caisse souillée sur le fond et sur un côté.

Odeur de relent. Exsudation sous la cellophane. Aspect terne, grisâtre de la viande. Moisissures blanches et noires nummulaires à la surface de la viande et de la graisse. pH en superficie = 6,6 E. B. : « purée de germes » pH après parage 2 cm. = 6,2.

Cinq frottis sont faits en divers endroits.

Le cinquième (avec un pH = 6,3 à 6,4 à l'endroit du frottis) donne :

Bactéries : + Diplocoques : -

Le morceau est à nouveau paré, sur la face à pH = 6,3 à 6,4, sur 3 ou 4 centimètres.

Le pH est repris et égal à 6,2.

E. B. = R. A. S.

Le morceau est alors reconnu propre à la consommation.

9e observation.

Caisse N° 8.226.
Viande à bouillir.
Deux morceaux.
Viande congelée le 9 février 1949.
Examinée le 27 janvier 1950.
Caisse souillée sur le fond, le couvercle et deux côtés.

La viande se présente d'un gris terne, parfois noirâtre, aux endroits où s'est fait la saignée (pH très élevé et égal à 7,2). La viande est très anfractueuse et les duplicatures sont nombreuses. Une abondante exsudation est relevée sous la cellophane. Les graisses sont saponifiées et ont l'aspect de saindoux (blanc mat, goût de rance).

pH en superficie : 6,6 à 7 selon les endroits.

E. B. : purée de germes.

pH après parage copieux = 6,6.

E. B. : Bactéries + Diplocoques ++ Levures +

Saisie totale.

10e observation.

Caisse N° 7.728.

Viande à bouillir.

Trois morceaux.

Viande congelée le 7 février 1949.

Examinée le 27 janvier 1950.

Aucune souillure sur la caisse.

Pas de traces d'exsudation sous la cellophane.

Aspect peu engageant de la viande.

pH en superficie = 6,6 à 6,8.

E. B. : cocci +++ Bâtonnets +

pH après parage 6,6.

E. B. : cocci +

Saisie totale.

11e observation.

Caisse N° 7.471.
Viande à rôtir.
Trois morceaux.
Viande congelée le 3 février 1949.
Examinée le 30 janvier 1950.
Un seul morceau a exsudé sous la cellophane; le pH superficiel est = 6,5.
Un parage de 2 à 3 centimètres est effectué, le pH est alors de 6,3.
Pas d'odeur.
L'examen bactériologique est négatif.
Le morceau est reconnu propre à la consommation.

12e observation.

Caisse N° 7.474.
Viande à bouillir.
Trois morceaux.
Viande congelée le 3 février 1949.
Examinée le 3 février 1950.
Souillure du fond. Abondantes moisissures blanches et noires. L'ensemble des trois morceaux a une teinte sale, noirâtre. Les graisses sont jaune sale également, presque noires par endroits.
Le pH superficiel est égal à 6,8.
E. B. : Levures +++
Spores mycosiques ++
Un copieux parage est entrepris.
Le pH se situe alors à 6,6. L'examen bactérioscopique révèle de nombreux diplocoques. Le morceau est coupé

en son milieu et le centre révèle un pH = 6,4 et l'examen bactérioscopique montre des diplocoques.

Saisie totale.

13e observation.

Caisse N° 10.985.
Viande à bouillir.
Deux morceaux.
Viande congelée le 3 mars 1949.
Examinée le 3 février 1950.

Caisse intacte. Pas d'exsudation sous la cellophane. Les morceaux ne présentent aucune particularité extérieurement. La couleur attire notre attention.

Elle n'est pas cendrée à la périphérie comme sur la plupart des morceaux sains (couleur cendrée due à la méthémoglobine). Au contraire, la teinte est saumon, jambonné. Sur la coupe, plus aisée que sur les autres morceaux, l'aspect est celui du bœuf bouilli froid. L'odeur presque inexistante est décelée à quelques centimètres de la coupe. C'est celle de la souris.

Partout, le pH oscille entre 6,3 et 6,4.

L'examen bactérioscopique est négatif.

Les deux morceaux jugés impropres à la consommation sont saisis. A la dégustation, ils sont immangeables.

14e observation.

N° illisible.
Viande à rôtir.
Deux morceaux.

Viande congelée le 4 février 1949.

Examinée le 6 février 1950.

Traces de souilllures sur un fond et deux côtés. Aspect externe peu engageant. Couleurs estompées sales. Le gras est noirâtre.

Odeur de relent caractéristique. Les graisses sont saponifiées, s'effritent sous le doigt, sont rances. Le pH superficiel = 6,6.

E. B. : cocci +++

Parage sur une profondeur de 3 centimètres.

Le pH est alors de 6,2.

E. B. : R. A. S.

L'odeur de relent existant toujours après parage, les deux morceaux sont saisis.

15e observation.

N° 7.472.

Viande à bouillir.

Deux morceaux.

Viande congelée le 3 février 1949.

Examinée le 10 février 1950.

Il manque les feuillards sur un côté de la caisse.

Aucune souillure n'est relevée sur le bois restant.

Trace d'exsudation sur un morceau.

Le morceau qui a exsudé, présente un aspect par ailleurs normal.

pH superficiel = 6,4 E. B. : cocci +++

Après parage léger :

pH = 6,3 E. B. : cocci ++

L'odeur désagréable des deux morceaux fait arrêter là nos investigations, la caisse est saisie.

III. Interprétation des résultats.

Nous avons essayé dans ces quinze observations de montrer les cas les plus typiques et les plus délicats de l'hygiène des viandes désossées ultra-congelées.

Nous avons volontairement laissé de côté les cas où l'utilisation de la mesure du pH ne s'imposait vraiment pas :

Soit que la viande eut un excellent aspect,

Soit qu'elle fut dans un état tel de putréfaction que le papier réactif ne s'avérait pas nécessaire pour justifier la saisie.

La majorité des caisses que nous avons eu le loisir d'examiner contenait de la viande impeccable, malgré une année ou deux de conservation : son pH étant habituellement égal à 5,6, 5,7 ou 5,8. Aucun parage, dans la majorité des cas, ne fut jugé nécessaire et la dégustation a toujours confirmé notre opinion en révélant une finesse et une tendreté qu'auraient pu leur envier maintes viandes fraîches.

Les souillures des caisses et les exsudations sous cellophane, signant les décongélations partielles, furent un excellent indice de l'altération des viandes. Toutefois, ce critère n'est pas absolu, puisque nous avons vu (caisses N^{os} 10.985, 7.728, 3.878) que la viande pouvait être altérée, sans que pour cela la caisse fut souillée ou que la superficie des morceaux ait montré des traces d'exsudation.

L'aspect des morceaux qui a tant de valeur dans l'inspection des viandes fraîches fut dans la majorité des cas d'un faible secours (Observations 13 et 15). La couleur rose pâle jambonné était généralement synonyme d'altération.

Les odeurs si souvent masquées sur une viande en état de congélation nous ont permis, dans quelques cas, de saisir des viandes, en dehors de toute modification sensible du pH (Entreposage de viandes congelées près de denrées malodorantes : fromages, poissons, benzine...) et inversement de nombreux morceaux ont pu être confisqués en l'absence de toute odeur (caisse N° 7.655).

Le toucher n'est d'aucun secours. Dans quelques cas, les colonies superficielles abondantes nous ont donné l'impression du visqueux, mais la vue suffisait largement à elle seule.

Par contre, la mesure du pH s'est avérée constamment fidèle. Toutes les fois que le pH fut supérieur à 6.2, l'examen bactérioscopique a révélé des germes végétaux ou animaux. Nous avons d'ailleurs vérifié une certaine proportionnalité entre la valeur du pH et le nombre de germes. Il est difficile d'établir une courbe du pH en fonction du nombre de germes, car tout dépend de l'aptitude du germe à former des corps basiques, ainsi que de la richesse du milieu en matières protéiques ou en sucre (ces derniers donnant, au contraire, des molécules acides par transformation). Toutefois, dans les limites de pH allant de 6,2 à 8, on peut dire :

Plus le pH s'éloigne de 6,2, plus on a des chances de rencontrer des germes nombreux à l'examen bactérioscopique.

En plus de sa fidélité, la méthode s'avère facile, rapide, suffisamment précise, ne nécessitant pas un matériel lourd ou délicat à transporter et ne faisant pas intervenir le « coefficient personnel ».

Nous nous sommes évidemment servi d'un microscope : tous les abattoirs n'en possèdent pas forcément, et c'est regrettable.

En tout cas, ce que pouraient avoir, et ce qu'ont de plus en plus les Vétérinaires-hygiénistes, ce sont ces petits carnets de papier réactif qui ne coûtent pas cher (certains sont mis gracieusement à la disposition du corps médico-vétérinaire) et qui donnent des renseignements si précieux lors d'abatage d'urgence ou pour les viandes foraines.

Quant à l'hygiène des viandes congelées, nous les considérons comme indispensables.

CONCLUSIONS GENERALES

Comme l'a dit L. Brochet : « Si la recherche du pH en inspection des viandes n'ajoute rien d'imprévu dans les cas typiques où il est parfaitement superflu d'y avoir recours, il peut toutefois inciter à la réflexion ou à un nouvel examen, en mettant en évidence une acidité restée normale. Elle mérite alors les quelques minutes qu'on a bien voulu lui conserver. »

Pour les viandes fraîches, la recherche du pH n'apporte pour l'heure qu'un élément d'appréciation de plus, pour certaines viandes suspectes. Rien ne vaudra, comme l'a, avec raison souligné Thornton dans son « Text book of meat inspection » les yeux, le nez et les doigts de l'hygiéniste.

Nous avons vu que les sens, même les plus aiguisés, pouvaient être défaillants pour ce qui est des viandes congelées et comme dans un avenir peut-être proche, l'hygiéniste des denrées alimentaires aura, non seulement, en matière de congélation, à examiner des viandes de boucherie, mais aussi des volailles, des lapins, du gibier, des œufs, du lait et produits laitiers, du poisson... il importe qu'il dispose de moyens d'investigation scientifique.

L'avenir est au froid et parmi toutes les denrées passibles de l'action du froid, la viande constitue un élément de choix. Si le Français n'aime pas la viande frigorifiée,

c'est qu'il y eut des « accidents de décongélation survenus au cours de la guerre 1914-1918. La France était alors mal équipée en entrepôts et en transports frigorifiques. Il était fréquent que, placées dans de mauvaises conditions, les viandes se décongèlent avant l'heure. Pour qu'il n'en parut rien, par ignorance, ou par dissimulation, on les recongelait. Apparemment, rien n'était changé. Pourtant, ces viandes perdaient au cours de décongélations prématurées, avec une partie importante de leurs composants nutritifs, leur sapidité, et la cuisson, suivant la deuxième ou l'ultime décongélation, révélait l'absence totale de goût de ces viandes, quel que fut par ailleurs leur aspect. Ce stade, du reste, de la congélation des carcasses entières avec lequel nous sommes familiarisés, tend à être dépassé par la congélation ultra-rapide de la viande parée, désossée, découpée en morceaux » (Ch. Lombard). En dehors de l'intérêt d'ordre économique que peut présenter la constitution de stocks de viande congelée à certaines époques où les conditions du marché au bétail sont particulièrement favorables, les avantages de l'utilisation, même en temps de paix, de ces viandes désossées et congelées en caisses peuvent se résumer comme suit :

— Présentation de la viande dans de meilleures conditions de propreté et d'hygiène, la viande enveloppée de papier sulfurisé ou de pellicule cellulosique et emballée dans des caisses étant soustraite à l'influence de l'air, de la lumière et des souillures ; suppression des inconvénients de la pollution de quartiers à la décongélation ;

— Facilité de manutention et de distribution des caisses réglées à un poids uniforme ;

— Facilité de préparation des viandes désossées et classées par catégorie d'emploi culinaire ;

— Economie de transport qu'elle permet de réaliser;
— Possibilité de loger, par rapport aux quartiers, un poids double de viande dans les entrepôts frigorifiques.

« C'est la technique d'avenir des viandes destinées à l'exportation. C'est la méthode à appliquer, pour nous, aux viandes à exporter de Madagascar, de Dakar, et, qui sait, peut-être en partie du moins, de l'Afrique du Nord.

C'est aussi la technique d'avenir des viandes foraines. L'avenir n'est pas, semble-t-il, au transport, ni au cheminement des animaux vivants des campagnes vers les abattoirs des grandes villes. Il est au transport des viandes foraines. Les animaux seront de plus en plus abattus sur place et leur viande parée, désossée, réfrigérée, ou congelée, sera expédiée sur les centres urbains. Ainsi, en dehors des économies de transport réalisées, ne risquera-t-on plus de voir les animaux s'amaigrir au cours de leurs pénibles voyages et, qui pis est, disséminer l'infection dont ils peuvent être atteints. Tout le monde gagnera à cette façon de faire : hygiénistes et bouchers. » (Ch. Lombard).

Vu : *Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire,*
rapporteur,
LOMBARD.

Vu : *Le Directeur de l'Ecole Vétérinaire,*
P. PONS.

Vu : *Le Président de la Thèse,*
SENDRAIL.

Vu : *Le Doyen,*
Pour le Doyen, l'Assesseur,
BRUSTIER.

Vu et permis d'imprimer.
Toulouse, le 13 juillet 1950,
Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université,
DOTTIN.

BIBLIOGRAPHIE

BAESCHEL (Victor). — *Inspection bactériologique de la viande dans la clientèle de campagne* (Thèse Doct. Vét. Alfort, 1928).

BLAIN (Jean). — *Les aliments d'origine animale destinés à l'homme* (Vigot Frères, Editeurs, 1948).

CAMUS (G.). — *Variation du pH des viandes de boucherie* (Thèse Doct. Vét., Lyon, 1928).

CAVERIVIÈRE. — *Congélation rapide de la viande désossée, découpée et mise en caisse* (Thèse Doct. Vét., Toulouse, 1947).

DRIEUX. — Le pH des viandes. Sa mesure, indications (*Encyclopédie périodique Vétérinaire*, 1944), pp. 447-454.

LAFENÊTRE et DEDIEU. — *Technique systématique de l'inspection des viandes* (Vigot Frères, 1946), pp. 106-118, 259-280.

LOMBARD. — *Les applications du Froid à l'Hygiène et à la Conservation des Denrées Alimentaires* (Journées Vétérinaires, Toulouse, 1948).

NEVOT (Armand). — Contrôle bactériologique pratique des denrées alimentaires d'origine animale (*Editions Médicales*, Flammarion, 1947).

PIETTRE (Maurice). — *Conservation par le Froid des denrées d'origine carnée* (Baillière, 1950), pp. 33-53 et pp. 218-133.

POLONOWSKI. — *Eléments de biochimie médicale*, pages 123 et suivantes, année 1941.

ROCHAIX et TAPERNOUX. — *Le lait et ses dérivés* (Vigot Frères, 1948), pp. 19-70-258.

THORNTON (Horace). — *Text book of meat Inspection*, pp. 434-464 (Baillière, Tindall et Cox, 1949).